

УДК 620.92:621.311.1

Замковий П.О., аспірант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ В КОНТЕКСТІ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ MICROGRID

В індустріально розвинутих країнах світу в останнє десятиріччя спостерігається стійка тенденція зростання використання джерел розосередженої генерації (ДРГ) в якості певної альтернативи традиційним централізованим джерелам енергії. При цьому значну питому вагу серед ДРГ мають відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Але мінливий, випадковий характер роботи зазначених джерел створює нові виклики в сфері планування та управління роботою енергетичних систем. У значній мірі у зв'язку цим з'явилась пропозиція об'єднання ДРГ, пристроїв накопичення енергії та навантаження в структури, які отримали назву «Microgrid». Згідно [1] «Microgrid» – це група взаємозв'язаних навантажень і джерел розосередженої генерації (ДРГ) в межах чітко визначених електричних границь, що виступає в якості контрольованої одиниці по відношенню до мережі та може бути приєднана до цієї мережі чи працювати окремо від неї.

Перспективним розглядається варіант приєднання «Microgrid» до централізованої енергосистеми, коли між ними можливий обмін електроенергією по відповідним лініям зв'язку. Зазначений режим роботи гарантує, що під час аварійних ситуацій генерація і відповідні споживачі можуть бути відокремлені від електропостачальної системи за допомогою автоматичних комутаційних пристроїв і працювати автономно, щоб ізолювати навантаження Microgrid від джерела негативного впливу без шкоди для цілісності централізованої мережі.

Таким чином MicroGrid забезпечує високу надійність електропостачання, створює умови для впровадження ВДЕ та збільшує ефективність використання енергоресурсів [2]. Слід зауважити, що більша частина переваг, до яких також можна віднести економічні, можливі лише при ретельному та обґрунтованому управлінні режимами роботи Microgrid в тісному взаємозв'язку та узгодженістю з роботою існуючої централізованої енергосистеми. Саме ефективна економічна взаємодія з енергетичним ринком має вирішальне значення для максимізації потенційної вигоди від впровадження Microgrid.

Оператор повинен визначити графік споживання/генерації MicroGrid в цілому для участі на ринку і зокрема оптимальний розподіл потужностей між всіма наявними ДРГ [3]. Одна з проблем, з якими стикається оператор MicroGrid в цій частині своєї діяльності є невизначеність споживання і генерації своїх клієнтів, особливо в тому випадку, коли велика частина генерованої потужності буде припадати на нерегульовані ВДЕ. Ця невизначеність означає, що дисбаланс між запланованим графіком та фактичним виробництвом/споживанням може виявитись значним, а це тягне за собою додаткові витрати. В загальному випадку процес керування Microgrid для участі на ринку електроенергії передбачає необхідність прогнозування певної кількості параметрів складових такої системи: погодинної генерації ВДЕ, погодинного навантаження споживачів та ціни на оптовому ринку електроенергії.

Прогнозування навантаження проводяться методом моделювання, статистичного методу, або на підставі їх комбінації, з різним ступенем успіху. Метод моделювання намагається відтворити процес зростання навантаження і визначити причини цього зростання через аналітичні підходи [1]. Статистичні методи використовують лінійну регресію [2], нейронні мережі зі зворотнім зв'язком [3], еволюційні [4] і гібридні моделі [5]. В усіх зазначених методах для розрахунку навантажень необхідний досить великий набір даних.

Схожу картину ми можемо спостерігати при прогнозуванні вихідних потужностей ВДЕ. У випадку прогнозування як електричних навантажень так і генерації ВДЕ необхідно враховувати велику кількість факторів різної природи. Сюди можна віднести метеорологічні,

кліматичні, економічні, соціальні, тощо. Варто зауважити, що в цілому на споживання електроенергії та вихідну потужність ВДЕ впливає схожий набір факторів, однак з різним ступенем впливу (для навантаження це в більшій мірі температура повітря, для фотоелектричних панелей – інтенсивність сонячного випромінювання, для ВЕУ – швидкість вітру, тощо). Говорячи про MicroGrid – це в першу чергу метеорологічні умови, а оскільки всі складові Microgrid розташовані на певній території, прогнозування навантажень і вихідної потужності ВДЕ доцільно здійснювати одночасно, з використанням однієї моделі, оскільки їх значення залежить від одних і тих же характеристик.

Більшість із зазначених характеристик не можуть бути виміряні безпосередньо, оскільки вони також є прогнозованими значеннями. Таким чином, їх можна віднести до розряду невизначеною інформації. При цьому на прогнозні величини споживання та генерації впливає не скільки абсолютне значення, скільки зміна цих показників. В такому випадку для короткострокового прогнозування можна використати багаточасову нечітку нейронну мережу зі зворотним зв'язком, де у якості факторів виступають тип дня тижня, статистичні дані добових графіків навантаження, прогнозована оцінка зміни температури, прогноз швидкості вітру, прогноз інтенсивності сонячного випромінювання і деякий інтегральний показник, який характеризує вплив ряду додаткових чинників, склад яких визначається конкретними умовами застосування проекрованої нейронної мережі.

З іншого боку, прогнозування цін на енергетичному ринку є більш складним завданням[5]. При аналізі методів короткострокового прогнозування був врахований той факт, що ми не можемо використовувати методи, які застосовуються енергоринком чи системним оператором, оскільки у них можливості отримання інформації набагато більші. Оператор MicroGrid обмежений в цій інформації, тому для вирішення задачі прогнозування ціни ми не можемо брати складні методи з багаточасовими моделями прогнозування вартості електричної енергії. У зв'язку з цим з'являється необхідність шукати нові підходи до вирішення цього завдання. Перспективними і водночас простими можна вважати методи на основі моделей авторегресії. Вони потребують лише ретроспективні дані по прогнозованому параметру і в поєднанні з методом екстраполяції по найбільш схожій вибірці, такий підхід може дати доволі точні результати. Однак, це актуально у випадку лише коли ми маємо дані в детермінованому виді, які не містять суттєвої похибки. Якщо такі дані мають значну похибку чи частково відсутні, ми будемо використовувати методи на основі моделі нечітких часових рядів. Нечітке моделювання часових рядів представляє нову наукову область і такий підхід дозволяє використовувати прикладні знання інтервального оцінювання для нечіткого вираження поведінки часового ряду і будувати нечіткі моделі залежностей різного класу.

Висновок. Розглянута задача прогнозування генерації ВДЕ, навантаження споживачів MicroGrid та ціни на оптовому ринку електроенергії з точки зору оператора MicroGrid як необхідна складова для визначення оптимального розподілу потужностей між ДРГ при участі MicroGrid на ринку електричної енергії.

Список використаних джерел:

1. Panel_2_PACE Microgrid Workshop - Tech Challenges and Opportunities 1100912 (As defined in Public Act 12-148§7) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cga.ct.gov/2012/act/pa/pdf/2012PA-00148-R00SB-00023-PA.pdf> – Назва з екрану.
2. Опришко, В. П. Регулювання режимів електропостачання в локальних системах Microgrid [Текст] / В. П. Опришко, // Технічна електродинаміка. – К.: Інститут електродинаміки НАН України, 2016. – № 4. – С. 77–79.
3. Попов В.А. Алгоритм многокритериального управления режимами работы микросетей [Текст] / В.А. Попов, Е.С. Ярмолюк, П.А. Замковой // Східноєвропейський журнал передових технологій. – X., 2014. – № 2. – С. 61–68.
4. Catalão, João PS, ed. Electric power systems: advanced forecasting techniques and optimal generation scheduling. CRC Press, 2012.
5. WU, Lei; SHAHIDEHPOUR, Mohammad. A hybrid model for integrated day-ahead electricity price and load forecasting in smart grid. IET Generation, Transmission & Distribution, 2014, 8.12: 1937-1950.